

项目一 能力测试

- 1.1 万用表测量的电阻器阻值与其标称值是否完全一样？是哪些因素引起的误差？
- 1.2 电路由哪几部分组成，各部分的作用是什么？
- 1.3 求图 1.81 所示的电阻组合的等效电阻 R_{ab} （已知 $R=2\Omega$ ， $R_1=4\Omega$ ）。

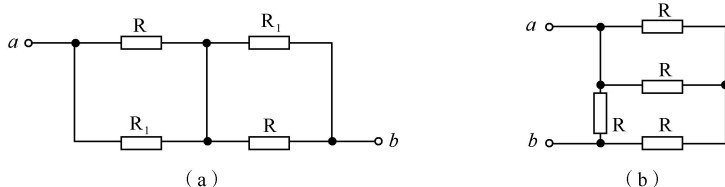


图 1.81

- 1.4 两个电阻 R_1 和 R_2 并联，其中 R_1 为 200Ω ，通过 R_1 的电流 I_1 为 $0.2A$ ，通过整个并联电路的电流 I 为 $0.8A$ ，求 R_2 和通过 R_2 的电流 I_2 。
- 1.5 两个相同的电容器，标有“ $100pF$ 、 $600V$ ”，串联后接到 $900V$ 的电路，每个电容器带多少电量？加在每个电容器上的电压是多大？电容器是否会被击穿？
- 1.6 有一容量为 $0.1F$ 的电容器，若以直流电源对它充电，在时间间隔 $\Delta t=100\mu s$ 内相应的电压变化量为 $\Delta U=10V$ ，求该段时间的充电电流。
- 1.7 一只 $10\mu F$ 的电容器已被充电到 $100V$ ，今欲继续充电到 $200V$ ，问电容器可增加多少电场能？
- 1.8 有一电感器其电感量为 $1.2H$ ，当通过它的电流在 $0.0005s$ 内由 0 增加到 $5A$ 时，线圈中产生的自感电动势为多大？
- 1.9 一个电感器的电流强度在 $0.001s$ 内有 $0.02A$ 的变化时，产生 $50V$ 的自感电动势，求电感器的电感量。如果这个电路中的电流强度的变化率为 $40A/s$ ，那么自感电动势为多大？
- 1.10 电路的负载大小是指什么？负载的额定值又是指什么？
- 1.11 电路处于短路状态下，电源提供的功率及负载吸收的功率将发生怎样的变化？
- 1.12 在图 1.82 所示电路中，有几个节点？几条支路？几个回路？几个网孔？
- 1.13 在图 1.83 所示电路中，已知 $E_2=12V$ ， $I_1=0.4A$ ， $I_4=0.1A$ ， $I_5=12A$ ， $R_2=500\Omega$ ， $R_3=500\Omega$ ，求 I_2 、 U_{BA} 及 U_{AC} 。

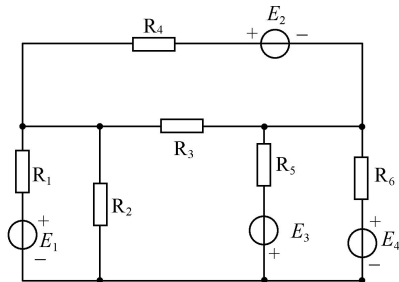


图 1.82

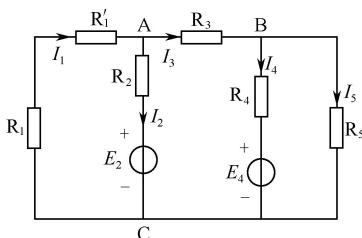


图 1.83

- 1.14 将图 1.84 所示各电路化为最简形式的电压源模型和电流源模型。

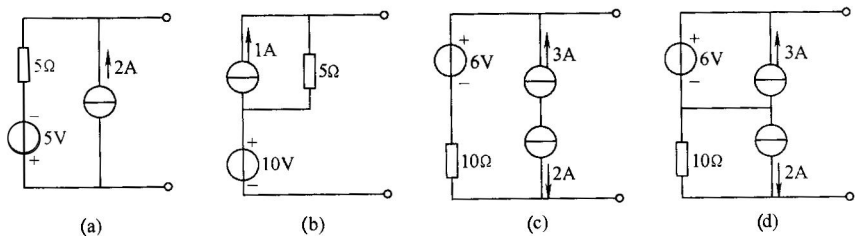


图 1.84

1.15 将图 1.85 所示各电路化为最简形式。

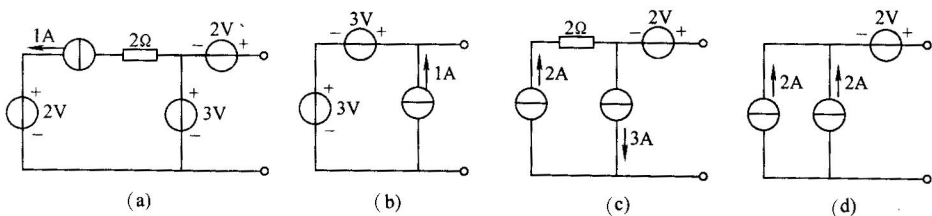


图 1.85

项目二 能力测试

2.1 用相量表示下列正弦交流量，并做出它们的相量图。

(1) $u_1 = 2\sqrt{2} \sin(\omega t - 30^\circ) \text{V}$;

(2) $u_2 = 4\sqrt{2} \sin(\omega t + 150^\circ) \text{V}$;

(3) $u_1 = 3\sqrt{2} \sin \omega t \text{V}$ 。

2.2 已知相量 $\dot{I} = 3 - j2\sqrt{3} \text{A}$, $\dot{E} = 220 \angle 60^\circ$, $\dot{U}_m = 5.5 \text{V}$, 若它们的角频率为 314rad/s , 试写出它们的瞬时表达式。

2.3 将某线圈接到 $U = 6 \text{V}$ 的直流电源上，测得电流为 $I = 0.2 \text{A}$ 。现将线圈改接到 $u = 25\sqrt{2} \sin 314t \text{V}$ 的电源上，测得流过线圈的电流为 $I = 0.5 \text{A}$ 。试求：(1) 线圈的电阻 R 和电感 L ；(2) 电路的功率因数 $\cos \varphi$ 。

2.4 将 $0.02 \mu \text{F}$ 的电容器接到频率 $f = 10 \text{kHz}$ 、有效值为 12V 的交流电源两端，求通过电容的电流为多少？若电源的频率改为 $f = 500 \text{Hz}$ ，则通过电容的电流又为多少？

2.5 如图 2.50 所示电路中，电流表 A_1 、 A_2 读数均为 10A ，试求电流表 A 的读数。

2.6 如图 2.51 所示电路中， $u = 14.1 \sin 1000t \text{V}$ ， $Z_1 = 10 \Omega$ ， $Z_2 = 30 + j40 \Omega$ ，求电路中的电流 I ，电压 u_1 、 u_2 ，并做电压、电流相量图。

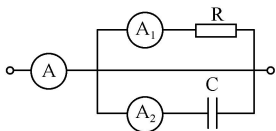


图 2.50

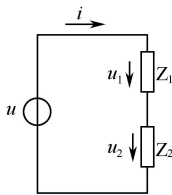


图 2.51

2.7 RLC 串联电路中，已知 $R = 500 \Omega$ ， $L = 500 \text{mH}$ ， $C = 0.5 \mu \text{F}$ ，试求 ω 分别为 1000rad/s

和 3000rad/s 时的阻抗。

2.8 一个 RLC 串联电路，已知 $R=80\Omega$ ， $L=260\mu\text{H}$ ，要使电路在 640Hz 处发生谐振，问所串联的电容应选用多大？

2.9 在三相交流电源线电压 $U_l=380\text{V}$ 的电网中，接有星形连接的对称负载，已知每相负载的电阻 $R=30\Omega$ ，感抗 $X_L=40\Omega$ ，试求电路的相电流 I_p 、线电流 I_l 、三相有功功率 P 、无功功率 Q 和视在功率 S 。

2.10 在三相交流电源线电压 $U_l=380\text{V}$ 的电网中，接有三角形连接的对称负载，已知每相负载的电阻 $R=30\Omega$ ，感抗 $X_L=40\Omega$ ，试求电路的相电流 I_p 、线电流 I_l 、三相有功功率 P 、无功功率 Q 和视在功率 S 。

2.11 阻抗为对称三相负载，把他们由三角形连接改成星形连接。求该负载在三角形连接时与星形连接时线电流之比及功率之比。

2.12 有一三相四线制照明电路，相电压为 220V，已知 U、V、W 三相电灯分别由 34 盏、45 盏、56 盏白炽灯并联组成。每盏灯的功率都是 220W，求各端线上的电流及中线电流。

2.13 什么叫触电？触电对人体有哪些伤害？

2.14 保护接地和保护接零的方式是怎么样的？它们有何区别？

2.15 如果有人触电，而电源开关又不在附近，应如何解决？

项目三 能力测试

3.1 磁路的铁磁材料有哪些？其磁性能如何？

3.2 分析磁路的物理量及定律有哪些？

3.3 判断在下列三种情况下，闭合线圈有无感应电流产生：

(1) 图 3.32 中，导线框的平面垂直于匀强磁场的磁感线，让线框上下或左右移动时；

(2) 先把置于磁场中的弹簧线圈撑大，再放手使线圈缩时（见图 3.33）；

(3) 图 3.34 中（合上开关 K 时）的变阻器触头左、右移动时。

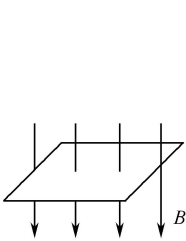


图 3.32

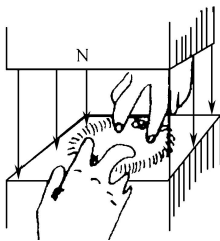


图 3.33

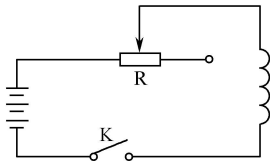


图 3.34

3.4 什么是电流的磁效应？它在汽车上有哪些应用？

3.5 霍尔效应有何特点？在汽车上具体应用在哪些场合？

3.6 什么是电磁感应现象？计算公式是什么？

3.7 在 $B=0.5\text{T}$ 的匀强磁场中，一个面积 $S=0.10\text{m}^2$ ，匝数 $N=100$ 的线圈，从线圈平面与磁感应线平行的位置匀速转动到与磁感线垂直的位置，所需时间 $\Delta t=0.50\text{s}$ ，求线圈的平均感应电动势的大小。

3.8 螺线管的轴线与金属环的环面垂直（见图 3.35），试分析开关断开的瞬间金属环的

运动方向。

3.9 一个矩形线圈匀速通过一个匀强磁场（见图 3.36 所示），它处于 A、B、C 三个位置时有感应电流吗？若有，把方向标出来。

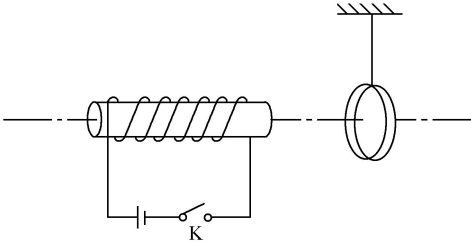


图 3.35

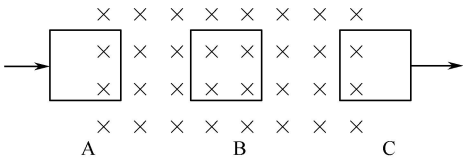


图 3.36

3.10 一个线圈中的电流以 200A/s 的速度变化，在另一线圈中产生的感应电动势为 0.2V ，求两线圈的互感。

3.11 直流电磁铁与交流电磁铁有什么不同？试比较。

3.12 交流电磁铁在吸合时，若衔铁长时间被卡住不能吸合，会有什么影响？直流电磁铁发生上述情况时，又会如何？

3.13 某磁路的气隙长 1mm ，截面积 $S=40\text{cm}^2$ ，试求它的磁阻；若同样的磁路截面积不变，为铁磁性材料， $\mu=2000$ 则磁阻为多少？

3.14 通常电喇叭用永久磁铁制作，变压器用硅钢片叠成，试说明这两种铁磁性材料有何不同。

3.15 一个具有闭合均匀铁芯的线圈，其匝数为 300，铁芯中的磁感应强度为 0.9T ，磁路的平均长度为 45cm ，试求：（1）铁芯材料为铸铁时线圈中的电流；（2）铁芯材料为硅钢片时线圈中的电流。

项目四 能力测试

4.1 简述直流电动机的工作原理。

4.2 简述直流电动机结构及各部分的作用。

4.3 直流电动机励磁方式分为哪几类？试画图说明。

4.4 直流电动机的电磁转矩与什么因素有关，如何确定电磁转矩的实际方向？

4.5 串励电动机为什么不能实现回馈制动？怎样实现能耗制动和反接制动？

4.6 串励电动机为何不能空载运行？

4.7 简述汽车起动机的基本组成。

4.8 简述汽车交流发电机由哪几部分组成。各起什么作用？

4.9 简述汽车用交流发电机的整流原理与过程。

4.10 一台直流电动机的额定数据为：额定功率 $P_N=17\text{kW}$ ，额定电压 $U_N=220\text{V}$ ，额定转速 $n_N=1500\text{r/min}$ ，额定效率 $\eta_N=0.83$ 。求它的额定电流及额定负载时的输入功率。

4.11 一台串励直流电动机， $U_N=220\text{V}$ ， $I_N=40\text{A}$ ， $n_N=1000\text{r/min}$ 电枢回路总电阻为 0.5Ω ，高磁路不饱和，并忽略电枢反应，试问：

(1) 当 $I_s = 20\text{A}$ 时, 电动机的转速及电磁转矩为多少?

(2) 若电磁转矩保持上述值不变, 而将电压降至 110V , 此时电动机的转速和电枢电流各为多少?

4.12 一台串励直流电动机, $P_N = 14.7\text{kW}$, $U_N = 220\text{V}$, $I_N = 78.5\text{A}$, $n_N = 585\text{r/min}$, 电枢回路总电阻为 0.26Ω , 采用电枢串电阻调速, 在额定负载下要将转速降至 350r/min , 需串多大电阻?

4.13 汽车交流发电机为什么没装限流装置?

4.14 汽车交流发电机的励磁方式有哪两种?

4.15 简述刮水电动机的构造和工作原理。

项目五 能力测试

5.1 如图 5.77 所示各电路, 试判断三极管的工作状态, 并求输出电压 U_o 。

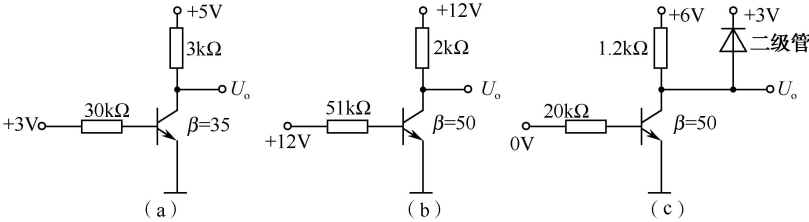


图 5.77

5.2 一单相半波整流电路, 交流输入电压 $u = 12\sqrt{2} \sin(\omega t + 120^\circ)\text{V}$, 负载 $R_L = 3.9\text{k}\Omega$, 求电路的直流输出平均电压 U_o 及负载上流过的平均电流 I_o , 若将电路改成单相桥式整流电路, 电路的直流输出平均电压 U_o 及负载上流过的平均电流 I_o 又等于多少?

5.3 一个三相半波整流电路, 若输入三相交流线电压的有效值为 24V , 则其直流输出端电压为多少? 若电路接有负载 $R_L = 128\Omega$, 此时电路中各整流二极管所流过的平均电流及所承受的最大反向电压各为多少?

5.4 如图 5.79 (a) 所示电路, 试分别说明各电容、电阻的作用。

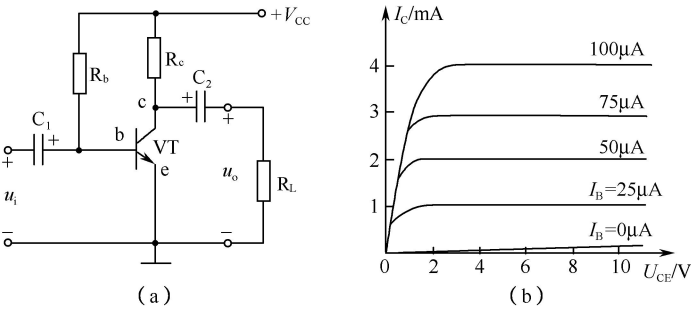


图 5.79

5.5 如图 5.79 (a) 所示电路, 已知 $V_{CC} = 12\text{V}$, $R_c = 3\text{k}\Omega$, $R_b = 240\text{k}\Omega$, $U_{BE} = 0.6\text{V}$, 三极管的电流放大倍数为 $\beta = 40$, 其输出特性曲线如图 5.79 (b) 所示。(1) 用图解法求电路的静态工作点; (2) 用近似估算法求电路的静态工作点。

5.6 如图 5.79 (a) 所示电路, 已知 $V_{CC} = 12V$, $R_c = 3k\Omega$, $U_{BE} = 0.6V$, 三极管的电流放大倍数为 $\beta = 40$, 使 $U_{CE} = 4V$, 试估算 R_b 的大小, 若使 $I_C = 2mA$, R_b 又等于多少?

5.7 如图 5.79(a)所示电路, 已知 $V_{CC} = 12V$, $R_b = 300k\Omega$, $R_c = R_L = 3k\Omega$, $U_{BE} = 0.6V$, $\beta = 60$, 试用近似估算法求电路的静态工作点, 画出微变等效电路, 并求电路的电压放大倍数 A_u , 输入电阻 r_i , 输出电阻 r_o 。

5.8 指出图 5.80 所示各运算电路的名称, 并求出各电路的电压放大倍数。

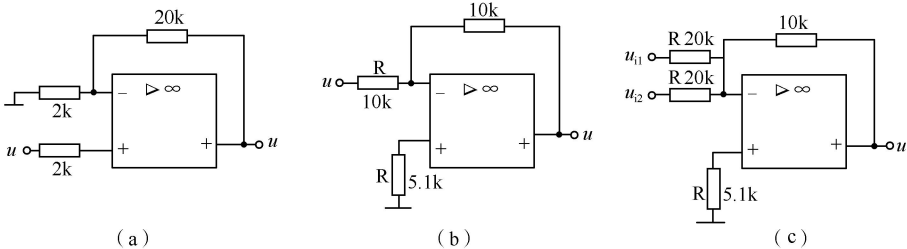


图 5.80

5.9 分别设计下列关系的运算电路。

- (1) $u_o = -5u_i$, ($R_f = 20k\Omega$)
- (2) $u_o = -(u_{i1} + 0.4u_{i2})$, ($R_f = 200k\Omega$)

5.10 如图 5.81 所示电路, 输入电压 $u_i = 0.1V$, 调节电位器 RP , 计算对应的输出电压调节范围。

5.11 如图 5.82 所示电路为由两个运放组成的差分电路, 其中 K 为比例常数, 试求 u_o 、 u_{i1} 、 u_{i2} 之间的关系。

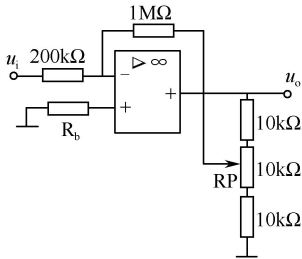


图 5.81

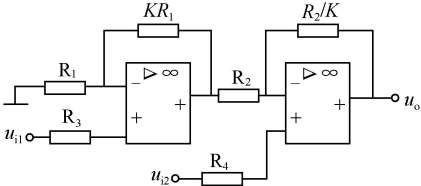
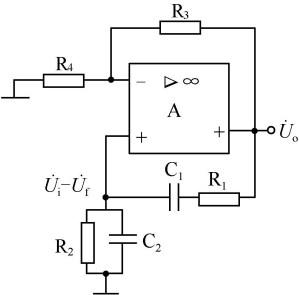


图 5.82

5.12 在信号检测中, 传感器检测到的信号往往较为微弱, 必须通过大倍率的放大才能转换为易于处理的电量信号。现有一传感器, 检测输出的信号幅度为 $0.1mV$, 幅度为 $2V$ 的信号, 请利用集成运放多级级联放大的方式设计实现该功能的电路。

5.13 一个正弦波振荡器由哪几个部分组成? 包括哪几个环节?

5.14 如图 5.83 所示 RC 桥式正弦波振荡电路, 已知 $R_1 = R_2 = 80k\Omega$, $C_1 = C_2 = 0.01\mu F$, $R_3 = 10k\Omega$, 要满足起振条件, 对 R_4 阻值有何要求? 求电路振荡后振荡信号的频率是多少?



项目六 能力测试

6.1 指出下列门电路标注

(1) 74LS00; (2) 7430; (3)

6.2 试写出图 6.53 所示各

析电路的逻辑功能。

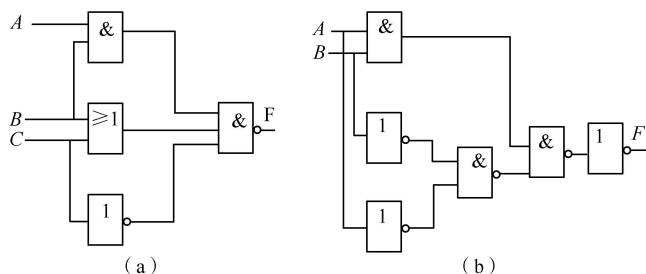


图 6.53

6.3 设计一路灯控制电路。要求在四个不同的地方能独立控制路灯的亮与灭。当一个开关动作后灯亮，另一个开关动作后灯灭。设计实现该功能的组合逻辑电路。

6.4 图 6.54 为声光控制灯电路。对于光检测传感器，有光照时输出为 1，无光照时输出为 0；而对于声音检测传感器，有声音时输出为 1，无声音时输出为 0。试分析该电路的工作原理。

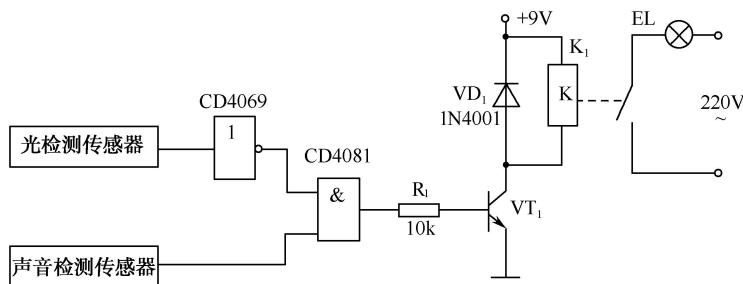


图 6.54

6.5 触发器的触发方式有几种？都是哪几种？

6.6 将下列各式化简为最简与或式。

(1) $Y = ABC + \overline{A}BC + AB\overline{C} + BC$

(2) $Y = ABC + ACD + \overline{A}\overline{C} + CD$

6.7 TTL 门电路如图 6.55 所示，试写出 Y 的表达式，列出真值表并分析逻辑功能。

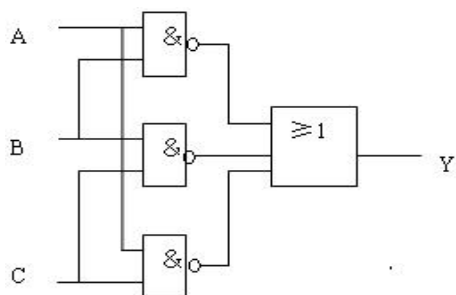


图 6.55

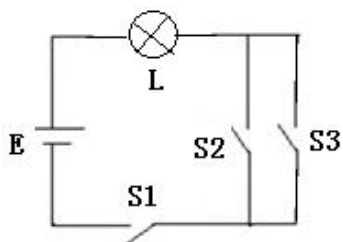


图 6.56

6.8 如图 6.56 所示，设计一个用三个开关控制一个电灯的逻辑电路。

6.9 试用下降沿触发的 JK 触发器构成上升沿触发的 D 触发器。

6.10 有一下降沿触发的 JK 触发器，CP、J、K 的波形如图 6.57 所示，请画出 Q 端的波形图。

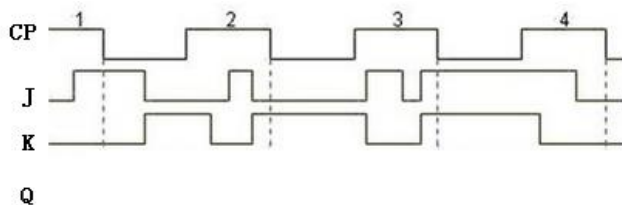


图 6.57

6.11 如图 6.58 所示各边沿 JK 触发器、D 触发器的初始状态都为 0 态，对应 CP 输入波形画出输出端的波形。

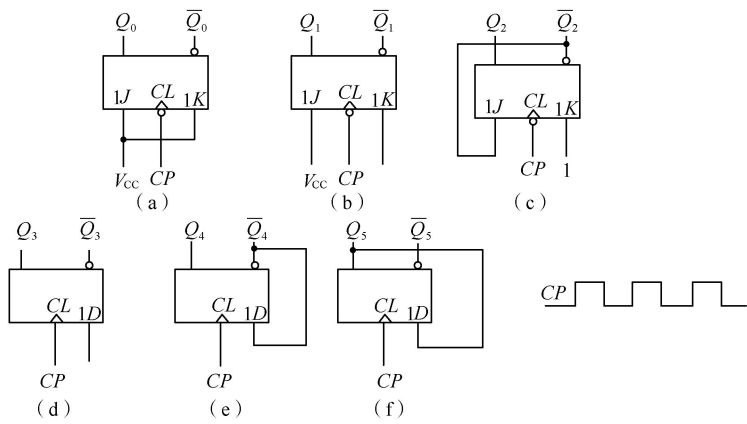


图 6.58

6.12 CD40194 为带有并行预制数的双向移位寄存器，如图 6.59 (a) 所示。其中 $D_0 \sim D_3$ 为并行预制数输入端， $Q_0 \sim Q_3$ 为输出端，DL、DR 分别为左移、右移数据输入端， ST_1 、 ST_2 为控制端，其功能如图 6.59 (b) 所示。试用 2 片 CD40194 实现 8 路可控彩灯功能。

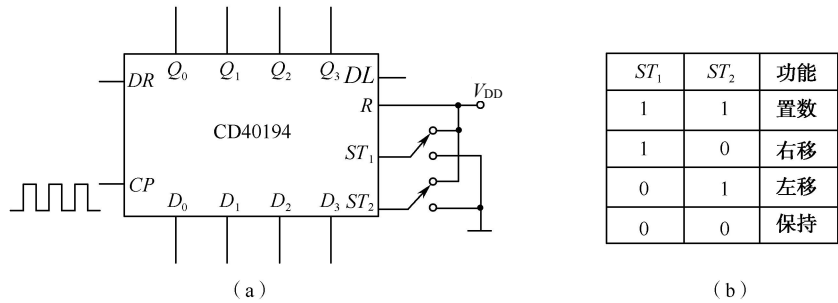


图 6.59

6.13 如图 6.60 所示为 555 定时器构成的单稳态触发器， V_{CC} 、 R_1 、 R_2 、 C 参数如图 6.60 所示，试求：输出电压 u_o 的脉冲宽度并画出 u_i 、 u_C 、 u_o 的波形。

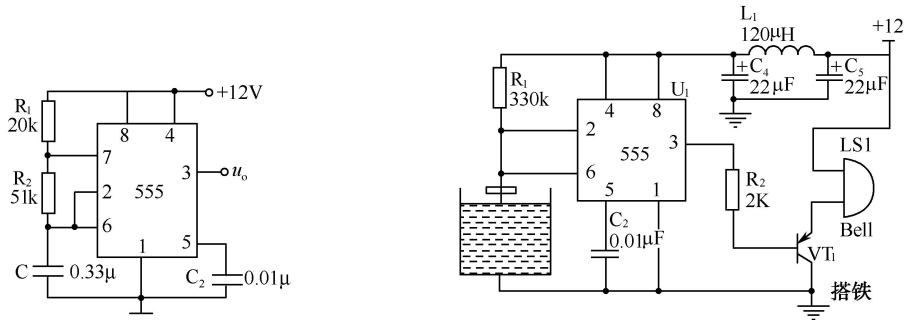


图 6.60

图 6.61

6.14 如图 6.61 所示为发动机缺水报警电路，当发动机不缺水时，连接 555 的 2、6 脚的传感器探头与地之间通过水的电阻与地（搭铁）连接，使 555 的 2、6 脚为低电平，当水位

降至传感器的电极以下时，555 的 2、6 脚与地断开为高电平。试说明该 555 电路的组成形式并分析缺水报警的工作原理。

6.15 分析图 6.62 所示电路，写出时钟方程、驱动方程和状态方程，并说明电路功能。

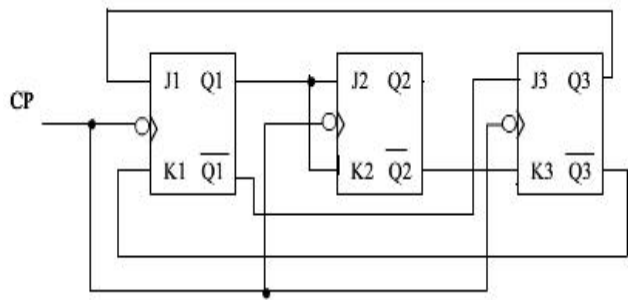


图 6.62

6.16 选用合适的器件，设计一个计数、译码和显示电路，使其能显示 0~99 这一百个数字。

汽车电工电子技术习题答案

项目一

1.1 答：不一样，它与万用表的精度、选择量程、人为因素等有关。

1.2 答：在二极管两端加正向电压时，正向电流大，二极管处于导通状态；在二极管两端加反向电压时，反向电流很小，二极管处于截止状态。这是二极管的单向导电性。

$$1.3 \text{ 图 (a) } R_{ab} = \frac{8}{3} \Omega. \text{ 图 (b) } R_{ab} = \frac{6}{5} \Omega$$

$$1.4 \quad I_2 = 0.6 A \quad R_2 = 66.6 \Omega$$

$$1.5 \quad U_1 = U_2 = 450 V \quad Q_1 = Q_2 = 4.5 \times 10^{-8} C$$

$$1.6 \quad \Delta I = 10^4 A$$

$$1.7 \quad W_C = 0.15 J$$

$$1.8 \quad E_L = 1.2 V$$

$$1.9 \quad L = 2.5 H \quad E_L = 100 V$$

1.10 答：电路的负载大小是指其能量转换的大小，负载大说明负载将电能转换为其他形式能量的量大，反之则小，对于并联接于电源上的负载，电压一定时，负载大小由负载的电阻值大小决定，电阻越大，负载越小，反之则越大。

负载的额定值是指负载设备在一定工作条件下正常运行时的允许值，负载设备的额定值通常有：额定电压、额定电流和额定功率等。

1.11 答：电路处于短路状态下，由于外电路电阻变小（部分负载短路）或变为零（所有负载短路），电路负载将明显增大，从而使电源输出功率和输出电流增大，并将引发烧毁电源设备，同时，处于被短路的负载因其端电压为零将无法吸收电源的功率。

1.12 答：电路共有 3 个节点，6 条支路，11 个回路和 4 个网孔。

1.13 解：由基尔霍夫电流定律可得：

$$I_3 = I_4 + I_5 = 0.1 + 12 = 12.1 A$$

$$I_2 = I_1 - I_3 = 0.4 - 12.1 = -11.7 A$$

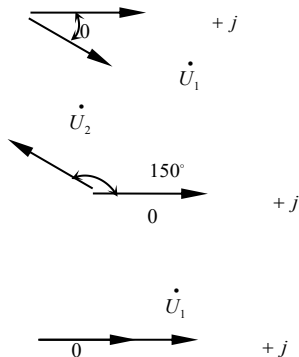
$$\text{因此：} U_{BA} = -I_3 R_3 = -12.1 \times 500 = -6050 V$$

$$U_{AC} = I_2 R_2 + E_2 = -11.7 \times 500 + 12 = -5838 V$$

项目二

$$2.1 \text{ 解： (1) } \dot{U}_1 = 2 \angle -30^\circ V$$

$$(2) \dot{U}_2 = 4 \angle 150^\circ V$$



$$(3) \dot{U}_1 = 3\angle 0^\circ V$$

$$2.2 \text{ 解: } i = 4.58\sqrt{2} \sin(314t - 49.1^\circ) A$$

$$e = 220\sqrt{2} \sin(314t + 60^\circ) V$$

$$u = 5.5 \sin 314t V$$

$$2.3 \text{ 解: (1) 线圈的电阻: } R = \frac{U_{zl}}{I_{zl}} = \frac{6}{0.2} = 30\Omega$$

$$\text{线圈的阻抗: } |Z| = \frac{U_{jl}}{I_{jl}} = \frac{25}{0.5} = 50\Omega$$

$$\text{线圈的电抗: } X_L = \sqrt{|Z|^2 - R^2} = \sqrt{50^2 - 30^2} = 40\Omega$$

$$\text{线圈的电感: } L = \frac{X_L}{\omega} = \frac{40}{314} = 0.127 H$$

$$(2) \text{ 电路的功率因数: } \cos \varphi = \frac{R}{|Z|} = \frac{30}{50} = 0.6$$

$$2.4 \text{ 解: 电容的容抗为: } X_C = \frac{1}{\omega C} = \frac{1}{2\pi f C}$$

$$\text{通过电容的电流为: } I = \frac{U}{X_C} = 2U\pi f C$$

当电容接到频率 $f=10\text{kHz}$ 的 12V 电源两端时, 通过的电流为:

$$I = 2U\pi f C = 2 \times 12 \times 3.14 \times 10 \times 10^3 \times 0.02 \times 10^{-6} = 0.015 A$$

当电容接到频率 $f=500\text{kHz}$ 的 12V 电源两端时, 通过的电流为:

$$I = 2U\pi f C = 2 \times 12 \times 3.14 \times 500 \times 10^3 \times 0.02 \times 10^{-6} = 0.75 A$$

2.5 解: 设 A_1 表通过的电流为 $\dot{I}_1$; A_2 表通过的电流为 $\dot{I}_2$, 则 A 表通过的电流为:

$$\dot{I} = \dot{I}_1 + \dot{I}_2$$

因电阻 R 和电容 C 两端电压相同, 通过它们的电流相位相差 90° , 因此有:

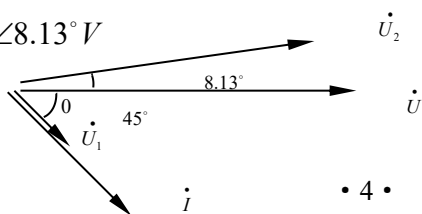
$$I = \sqrt{I_1^2 + I_2^2} = \sqrt{10^2 + 10^2} = 14.14 A$$

$$2.6 \text{ 解: } \dot{I} = \frac{\dot{U}}{Z_1 + Z_2} = \frac{10\angle 0^\circ}{10 + (30 + j40)} = 0.177\angle -45^\circ A$$

$$U_1 = \dot{I} Z_1 = 0.177\angle -45^\circ \cdot 10 = 1.77\angle -45^\circ V$$

$$U_2 = \dot{I} Z_2 = 0.177\angle -45^\circ \cdot (30 + j40) = 8.85\angle 8.13^\circ V$$

$$\text{因此: } i = 0.177\sqrt{2} \sin(1000t - 45^\circ) A$$



$$u_1 = 1.77\sqrt{2} \sin(1000t - 45^\circ) V$$

$$u_2 = 8.85\sqrt{2} \sin(1000t + 8.13^\circ) V$$

2.7 解：RLC 串联电路的阻抗为：

$$|Z| = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2} = \sqrt{R^2 + (\omega L - \frac{1}{\omega C})^2}$$

当 ω 为 1000rad/s 时：

$$|Z| = \sqrt{R^2 + (\omega L - \frac{1}{\omega C})^2} = \sqrt{500^2 + (1000 \times 500 \times 10^{-3} - \frac{1}{1000 \times 0.5 \times 10^{-6}})^2} = 1581.1 \Omega$$

当 ω 为 3000rad/s 时：

$$|Z| = \sqrt{R^2 + (\omega L - \frac{1}{\omega C})^2} = \sqrt{500^2 + (3000 \times 500 \times 10^{-3} - \frac{1}{3000 \times 0.5 \times 10^{-6}})^2} = 971.8 \Omega$$

2.8 解：当 RLC 串联电路发生谐振时，有： $\omega L = \frac{1}{\omega C}$

$$\text{串联的电容为： } C = \frac{1}{\omega^2 L} = \frac{1}{(2\pi f)^2 L} = \frac{1}{(2 \times 3.14 \times 640)^2 \times 260 \times 10^{-6}} = 238 \mu F$$

2.9 解：负载每相阻抗为： $|Z| = \sqrt{R^2 + X_L^2} = 50 \Omega$

$$\text{负载相电压为： } U_p = \frac{U_l}{\sqrt{3}} = \frac{380}{\sqrt{3}} = 220 V$$

$$\text{因此： } I_p = \frac{U_p}{|Z|} = \frac{220}{50} = 4.4 A$$

$$I_l = I_p = 4.4 A$$

电路的功率为：

$$P = \sqrt{3} U_l I_l \cos \phi = \sqrt{3} U_l I_l \frac{R}{|Z|} = \sqrt{3} \times 380 \times 4.4 \times \frac{30}{50} = 1.74 K W$$

$$Q = \sqrt{3} U_l I_l \sin \phi = \sqrt{3} U_l I_l \frac{X_L}{|Z|} = \sqrt{3} \times 380 \times 4.4 \times \frac{40}{50} = 2.32 \text{ far}$$

$$S = \sqrt{3} U_l I_l = \sqrt{3} U_l I_l = \sqrt{3} \times 380 \times 4.4 = 2.9 KVA$$

2.10 解：负载每相阻抗为： $|Z| = \sqrt{R^2 + X_L^2} = 50 \Omega$

因此：
$$I_p = \frac{Up}{|Z|} = \frac{U_l}{|Z|} = \frac{380}{50} = 7.6A$$

$$I_l = \sqrt{3}I_p = \sqrt{3} \times 7.6 = 13.16A$$

电路的功率为：

$$P = \sqrt{3}U_l I_l \cos \phi = \sqrt{3}U_l I_l \frac{R}{|Z|} = \sqrt{3} \times 380 \times 13.16 \times \frac{30}{50} = 5.2Kw$$

$$Q = \sqrt{3}U_l I_l \sin \phi = \sqrt{3}U_l I_l \frac{X_L}{|Z|} = \sqrt{3} \times 380 \times 13.16 \times \frac{40}{50} = 6.9far$$

$$S = \sqrt{3}U_l I_l = \sqrt{3}U_l I_l = \sqrt{3} \times 380 \times 13.16 = 8.66KVA$$

2.11 解：设负载每相阻抗为 $|Z|\Omega$ ；功率因素为 $\cos \phi$ ；三相电源线电压 U_l 。

负载作星形连接时：
$$U_{pY} = \frac{U_l}{\sqrt{3}}$$

$$I_{lY} = I_{pY} = \frac{U_{pY}}{|Z|} = \frac{U_l}{\sqrt{3}|Z|}$$

$$P_Y = \sqrt{3}U_l I_{lY} \cos \phi = \frac{U_l^2}{|Z|} \cos \phi$$

负载作三角形连接时：
$$U_{p\Delta} = U_l$$

$$I_{p\Delta} = \frac{U_{p\Delta}}{|Z|} = \frac{U_l}{|Z|}$$

$$I_{l\Delta} = \sqrt{3}I_{p\Delta} = \frac{\sqrt{3}U_l}{|Z|}$$

$$P_{\Delta} = \sqrt{3}U_l I_{l\Delta} \cos \phi = \frac{3U_l^2}{|Z|} \cos \phi$$

因此，负载在三角形连接时与星形连接时，

线电流之比为：

$$\frac{I_{l\Delta}}{I_{lY}} = \frac{\frac{\sqrt{3}U_l^2}{|Z|}}{\frac{U_l^2}{\sqrt{3}|Z|}} = 3$$

功率之比为:

$$\frac{P_{\Delta}}{P_Y} = \frac{\frac{3U_l^2}{|Z|} \cos \varphi}{\frac{U_l^2}{|Z|} \cos \varphi} = 3$$

$$2.12 \text{ 解: } I_1 = \frac{P_1}{U_p} = \frac{34 \times 200}{220} A = 30.91 A$$

$$I_2 = \frac{P_2}{U_p} = \frac{45 \times 200}{220} A = 40.91 A$$

$$I_3 = \frac{P_3}{U_p} = \frac{56 \times 200}{220} A = 50.91 A$$

由于白炽灯为电阻性负载, 电流与电压的相位相同, 故中性线电流为

$$\dot{I}_N = \dot{I}_1 + \dot{I}_2 + \dot{I}_3 = 30.91 \angle 0^\circ + 40.91 \angle -120^\circ + 50.91 \angle 120^\circ = 110 \angle 45^\circ A$$

项目三

3.1 答: 铁磁材料有铁、镍、钴及一些它们的合金和氧化物。它的主要性能有: 高导磁性、磁饱和性、磁滞性。

3.2 答: 磁路的基本物理量有: 磁感应强度 $B = F/q_v$ 、磁通量 $\Phi = BS$ 、磁场强度 $H = B/\mu$ 、导磁率 μ 。定律有: 全电流定律 $HL = \Sigma I$ 、磁路欧姆定律 $\Phi = NI / R_m$ 。

3.3 答: 线圈 (1) 无感应电流产生; (2) (3) 线圈有感应电流产生。

3.4 略。

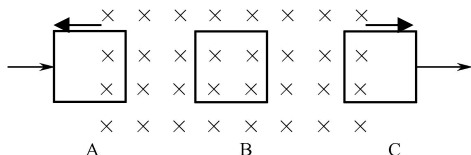
3.5 略。

3.6 略。

$$3.7 \quad e_V = 0.1V$$

3.8 答: 根据楞次定律, 铜环中的感应电流产生的磁场总是阻碍原磁场的变化, 故铜环向左运动。

3.9 答: A、C 有感应电流, B 无感应电流。方向如图如示。



3.10 答: $M = 0.001H$ 。

3.11 略。

3.12 略。

$$3.13 \text{ 解: } R_m = \frac{l}{\mu S} = \frac{1 \times 10^{-3}}{4\pi \times 10^{-7} \times 40 \times 10^{-4}} = 19.63 \times 10^5 (1/H)$$

铁磁性材料, $\mu = 2000$ 则磁阻为:

$$R_m = \frac{l}{\mu S} = \frac{1 \times 10^{-3}}{2000 \times 40 \times 10^{-4}} = 1.25 \times 10^{-4} (1/H)$$

3.15 解：根据磁路基尔霍夫第二定律：

查硅钢片和铸钢的磁化特性曲线得：

$$\text{当 } B = 0.9T, H_{\text{硅钢片}} = 0.3 \times 10^3 A/m, \quad H_{\text{铸钢}} = 0.55 \times 10^3 A/m$$

$$\text{由 } Hl = NI \text{ 得： } I = \frac{Hl}{N}$$

$$(1) I_{\text{铸钢}} = \frac{Hl}{N} = \frac{0.45 \times 0.55 \times 10^3}{300} = 0.825(A)$$

$$(2) I_{\text{硅钢片}} = \frac{Hl}{N} = \frac{0.45 \times 0.3 \times 10^3}{300} = 0.45(A)$$

项目四

4.10 解：额定电流为

$$I_N = \frac{P_N}{U_N \eta} = \frac{17000}{220 \times 0.83} = 93.1A$$

输入功率为

$$P_1 = U_N I_N = 220 \times 93.1 = 20.48kW$$

4.11 解：(1) $T = C_T \Phi I_a = C_T k I_a^2$

$$n = \frac{\sqrt{C_T k}}{C_e k} \frac{U}{\sqrt{T}} - \frac{R}{C_e k} = \frac{\sqrt{C_T k}}{C_e k} \frac{U}{\sqrt{C_T k I_a^2}} - \frac{R}{C_e k} = \frac{U}{C_e k I_a} - \frac{R}{C_e k}$$

$$1000 = \frac{220}{C_e k \times 40} - \frac{0.5}{C_e k}$$

$$C_e k = 0.005$$

当 $I_a = 20A$ 时，

$$n = \frac{U}{C_e k I_a} - \frac{R}{C_e k} = \frac{220}{0.005 \times 20} - \frac{0.5}{0.005} = 2100 r/min$$

其中 $C_T = 9.55 C_e$ 是个常数，

$$T = C_T k I_a^2 = 9.55 \times 0.005 \times 20^2 = 19.1 N \cdot m$$

(2) 当 $U = 110V$ 时，

$$n = \frac{U}{C_e k I_a} - \frac{R}{C_e k} = \frac{110}{0.005 \times 20} - \frac{0.5}{0.005} = 1000 r/min$$

$$R_s = 1.022\Omega。 I_a = \sqrt{\frac{T}{C_T k}} = \sqrt{\frac{19.1}{9.55 \times 0.005}} = 20A$$

4.12 $R_s = 1.022\Omega$ 。

项目五

$$5.1 \text{ 解: (a) } I_B = \frac{3-0.7}{30K} = 76.6\mu A \quad I_C = \beta I_B = 2.68mA$$

$$I_{CS} = \frac{5-0.3}{3K} = 1.57mA \quad \text{由于 } I_C > I_{CS}, \text{ 三极管处于饱和状态}$$

$$\text{输出电压 } U_O \approx 0.1V$$

$$(b) \quad I_B = \frac{12-0.7}{51K} \approx 0.22mA$$

$$I_{CS} = \frac{12-0.3}{2K} = 5.86mA$$

$$\text{由于 } I_{CS} < \beta I_B, \text{ 三极管饱和}$$

$$\text{输出电压 } U_O \approx 0.1V$$

$$(c) \text{ 由于基极输入电压为 } 0V, \text{ 三极管截止, 输出电压 } U_O = 6V$$

5.2 解: 在单相半波整流电路情况下:

$$U_o = 0.45U_2 = 0.45 \times 12 = 5.4V$$

$$I_o = \frac{U_o}{R_L} = \frac{5.4}{3.9} = 1.38mA$$

改接成单相桥式整流电路时:

$$U_o = 0.9U_2 = 0.9 \times 12 = 10.8V$$

$$I_o = \frac{U_o}{R_L} = \frac{10.8}{3.9} = 2.77mA$$

$$5.3 \text{ 解: } U_o = 1.17U_p = 1.17 \times 24 / \sqrt{3} = 16.2V$$

$$I_o = \frac{U_o}{R_L} = \frac{16.2}{128} = 0.13A$$

电路中各整流二极管所承受的最大反向电压为:

$$\sqrt{2}U_L = \sqrt{2} \times 24 = 33.9V$$

5.4 答: 耦合电容 C_1 和 C_2 的作用是隔直流通交流, 使电路的静态工作点不受输入端的信号源和输出端负载的影响; 集电极电阻 R_c 的作用是将集电极电流的变化量变换成集电极电压的变化量, 以实现电压放大。基极偏置电阻 R_b 供给三极管合适的基极偏置电流 I_b , 从而确定三极管的直流工作状态 (又称直流工作点)。

5.5 解: (1) 图解法求静态工作点

①估算基极偏置电流 I_B

$$I_B \approx \frac{V_{CC}}{R_b} = \frac{12}{240k} = 50\mu A$$

②作直流负载线, 根据

$$U_{CE} = V_{CC} - I_C R_c$$

假定 $U_{CE}=0$, 得 $I_C=V_{CC}/R_c=4\text{mA}$ 找出 M 点。

假定 $I_C=0$, 得 $U_{CE}=V_{CC}=12\text{V}$ 找出 N 点。

连接 M, N 所得的直线 MN 即为直流负载线。

③确定静态工作点 Q 。由图找出 $I_B=50\mu\text{A}$ 的输出特性曲线, 它与直流负载线 MN 的交点即为静态工作点 Q , 根据 Q 点的坐标得

$$I_C=2\text{mA}, \quad U_{CE}=6\text{V}$$

(2) 近似估算法求静态工作点

$$I_B = \frac{V_{CC} - U_{BE}}{R_b} \approx \frac{V_{CC}}{R_b} = \frac{12}{240} \text{mA} = 50\mu\text{A}$$

$$I_C = \beta I_B = 40 \times 50\mu\text{A} = 2\text{mA}$$

$$U_{CE} = V_{CC} - I_C R_c = 12 - 2 \times 3 = 6\text{V}$$

5.6 解: $U_{CE} = 4\text{V}$ 时

$$U_{CE} = V_{CC} - I_C R_c = 12 - I_C \times 3 = 4\text{V}$$

$$I_C = \frac{8}{3} = 2.67\text{mA} \quad I_B = \frac{I_C}{\beta} = 66.7\mu\text{A}$$

$$R_b = \frac{(12 - 0.6)V}{66.7\mu\text{A}} = 171\text{K}\Omega$$

当 $I_C=2\text{mA}$ 时, $I_B = \frac{I_C}{\beta} = 50\mu\text{A}$

$$R_b = \frac{(12 - 0.6)V}{50\mu\text{A}} = 228\text{K}\Omega$$

5.7 解: 静态工作点

$$I_B \approx \frac{V_{CC}}{R_b} = \frac{12}{300} = 0.04\text{mA}$$

$$I_C = \beta I_B = 60 \times 0.04 = 2.4\text{mA}$$

$$U_{CE} = V_{CC} - I_C R_c = 12 - 2.4 \times 3 = 4.8\text{V}$$

微变等效电路 (略)

电压放大倍数

$$r_{be} = 300 + (1 + \beta) \frac{26(\text{mV})}{I_E(\text{mA})} (\Omega) \approx 950\Omega$$

$$A_u = -\beta \frac{R_c // R_L}{r_{be}} = -60 \times \frac{3\text{K} // 3\text{K}}{950} = 94.7$$

输入电阻

$$r_i \approx r_{be} = 950\Omega$$

输出电阻

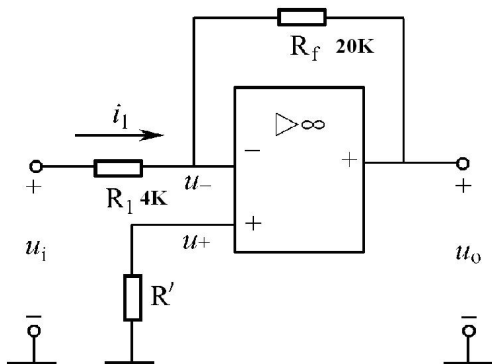
$$r_o \approx R_c = 3\text{k}\Omega$$

5.8 解: (a) 为同相比比例运算电路, 电压放大倍数为 $\frac{20\text{K}}{2\text{K}} = 10$

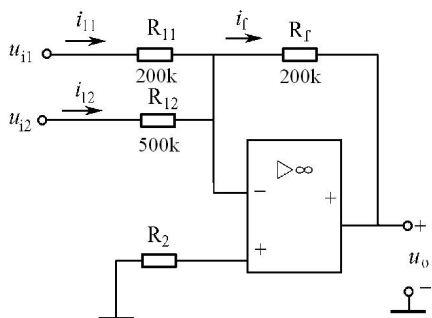
(b) 为反比例运算电路, 电压放大倍数为 $-\frac{10K}{10K} = -1$

(c) 为反相加法运算电路, 输出电压 $u = -\frac{10k}{20k}(u_{i1} + u_{i2}) = -\frac{1}{2}(u_{i1} + u_{i2})$

5.9 解: (1) $\frac{R_f}{R_1} = 5$, $R_1 = 4 \text{ k}\Omega$



(2) $R_{11} = R_f = 200 \text{ k}\Omega$, $R_{12} = 2.5R_f = 500 \text{ k}\Omega$



5.10 解: 当电位器调到最上端时, 输出电压最小为 $\frac{1M}{200K} \times \frac{30K}{20K} u_i = 7.5u_i$

当电位器调到最下端时, 输出电压最大为 $\frac{1M}{200K} \times \frac{30K}{10K} u_i = 15u_i$

5.11 解: 设第一级运放输出为 u_{o1} ,

$$\text{则 } u_{o1} = \left(1 + \frac{KR_1}{R_1}\right) u_{i1} = (1 + K) u_{i1}$$

对后一级运用叠加原理, 当 u_{o1} 单独起作用时

$$u_o' = -\frac{1}{K} u_{o1} = -\left(1 + \frac{1}{K}\right) u_{i1}$$

当 u_{i2} 单独起作用时

$$u_o'' = \left(1 + \frac{1}{K}\right) u_{i2}$$

$$u_o = u_o' + u_o'' = \left(1 + \frac{1}{K}\right)(u_{i2} - u_{i1})$$

5.12 解：共需放大的电压放大倍数 $A_u = \frac{2V}{0.1mV} = 20000$ 倍

用两级运放设计，第一级放大 100 倍，第二级放大 200 倍即可。

5.13 答：一个正弦波振荡器由基本放大电路和反馈网络两部分组成；在电路中还包含了选频网络和稳幅环节。

5.14 解：要满足起振条件，则 $A_u = 1 + \frac{R_3}{R_4} > 3$ $R_4 < 1/2R_3$ 即 $R_4 < 5\text{ k}\Omega$

$$\text{起振后振荡信号的频率为 } f_o = \frac{1}{2\pi RC} = \frac{1}{2\pi \times 80K \times 0.01\mu} = 199\text{HZ}$$

项目六

6.1 答：(1) 74LS 低功耗肖特基 TTL； 00：四-二输入与非门

(2) 7430 74- 标准 TTL（后不跟字母）； 30：一-八输入与非门

(3) 74LS02 02：四-二输入或非门

(4) 74AS08 74AS- 高级肖特基 TTL 08：四-二输入与门

6.2 解：(a)图的逻辑表达式为

$$F = \overline{AB(B+C)\overline{C}} = \overline{A} + \overline{B} + C$$

(b)图的逻辑表达式为

$$F = \overline{\overline{AB(\overline{AB})}} = AB$$

真值表略

6.3 解：根据功能要求，可知 4 个输入的关系与异或关系

假设 4 个输入点分别为 A,B,C,D,输出点为 Y,实现该功能的组合逻辑关系式为

$$Y = A \oplus B \oplus C \oplus D$$

6.4 答：当没有光照时，光检测传感器输出为 0，经过反相输出为 1，此时后一级的与门输出根据声音检测传感器输出决定，当有声音时，声音传感器输出为 1，与门输出为 1，三极管导通，继电器得电吸合，继电器常开开关闭合，灯泡发光。在有光照情况下，光检测传感器输出为 1，经过反相输出为 0，此时不管声音检测传感器是否检测到声音，与门输出均为 0，三极管截止，继电器不得电而使常开开关断开，灯泡不发光。

6.5 答：触发器的触发方式有三种：电平触发方式、主从触发方式、边沿触发方式。电平触发方式又分为高电平触发（在时钟 CP=1 期间翻转）；低电平触发（在时钟 CP=0 期间翻转）。主从触发方式指的是在时钟有效期间，主触发器接收了输入信号发生了一次翻转后，主触发器状态就一直保持不变，不再随输入信号 J、K 的变化而变化。边沿触发方式又分为上升沿触发（在时钟信号的上升沿时刻翻转）；下降沿触发（在时钟信号的下沿时刻翻转）。

$$Y = ABC + \overline{A}\overline{B}C + A\overline{B}\overline{C} + BC = AB(C + \overline{C}) + C(B + \overline{B}A) = AB + BC + CA$$

(2)

Y=

$$ABC + AC\overline{D} + A\overline{B}C + CD = A(BC + \overline{C}) + C(A\overline{D} + D) = AB + A\overline{B}C + AC + CD = A + CD$$

$$Y1 = \overline{AB}$$

6.7 解:
$$Y2 = \overline{BC}$$

$$Y3 = \overline{AC}$$

$$Y = Y1 + Y2 + Y3 = \overline{A} + \overline{B} + \overline{C}$$

A	B	C	Y
0	0	0	1
0	0	1	1
0	1	0	1
0	1	1	1
1	0	0	1
1	0	1	1
1	1	0	1
1	1	1	0

由真值表可以看出，当三个输入变量中只要有一个为 0 时，输出为 1，当三个输入变量都为 1 时，输出为 0。

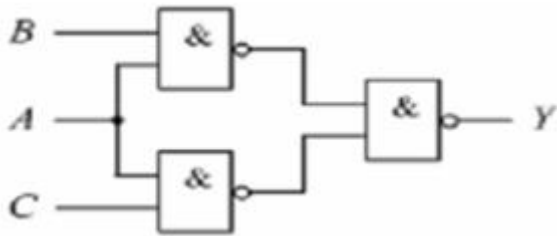
6.8 解：三个控制开关 S_1 、 S_2 、 S_3 分别用逻辑变量 A、B、C 表示，A、B、C 的值为 1 代表开关闭合，值为 0 代表开关断开；Y 代表电灯的状态，0 表示灯熄灭，1 表示灯亮。则可得真值表如表所示。

A	B	C	Y
0	0	0	0
0	0	1	0
0	1	0	0
0	1	1	0

1	0	0	0
1	0	1	1
1	1	0	1
1	1	1	1

$$Y = \overline{A}BC + A\overline{B}C + ABC = A(B + \overline{B}C) = AB + AC$$

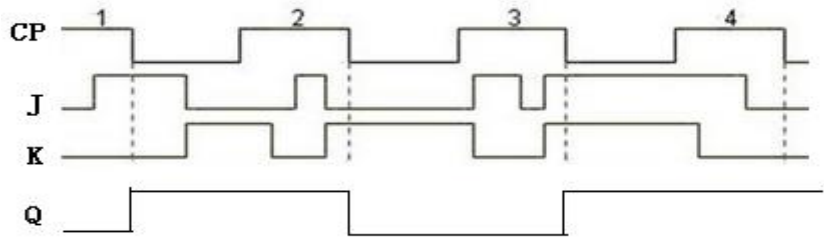
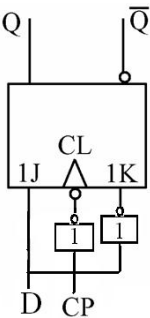
根据上式可画出逻辑电路如图所示。



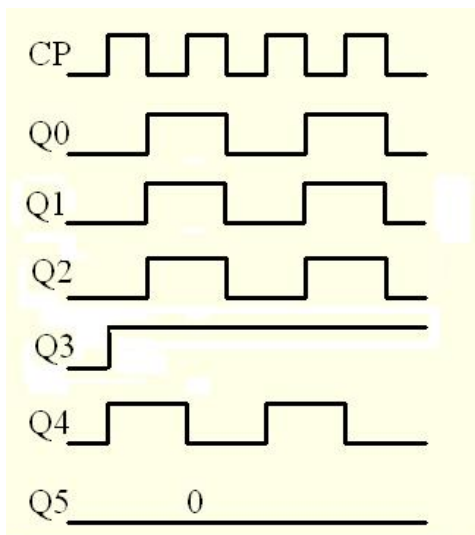
6.9 解：由下降沿触发的 JK 触发器构成上升沿触发的 D 触发器如下图所示，将输入信号与 J 直接相连，输入信号取反后于 K 相连，输入时钟取反后与 CL 相连。

$$Q^{n+1} = J\overline{Q}^n + \overline{K}Q^n = J = D \quad \text{CP 上升沿有效}$$

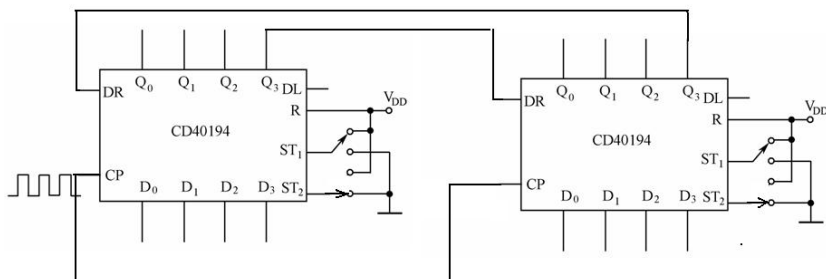
6.10 解：根据特征关系，对应 CP 输入波形画出输出端的波形如下。



6.11 解：根据特征关系，对应 CP 输入波形画出输出端的波形分别如下，对于 b, d 的输入端悬空均为 1。

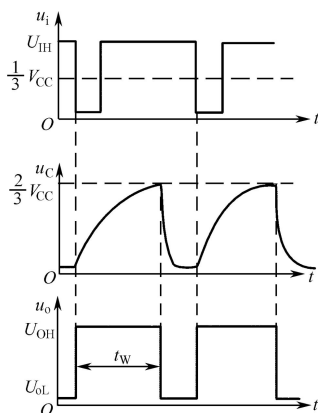


6.12 解：两个 CD40194 构成的循环右移电路如下图所示，将两个各 CD40194 的 ST1 设为 1，ST2 设为 0，将 DR 输入端与另一个的 Q3 输出端相连，构成 8 路循环右移的灯控效果。



6.13 解：输出电压的脉冲宽度为 $1.1 \times R_1 C = 1.1 \times 47 \times 10^3 \times 10 \times 10^{-6} = 0.517$ 秒

u_i, u_C, u_o 的波形如下：



6.14 解：该 555 电路组成施密特触发器电路。

缺水报警的工作原理：当发动机缺水而使水位降至传感器的电极以下时，555 的 2、6 脚

与地断开而大于 $2/3V_{CC}$ ，555 的 3 脚输出为高电平，蜂鸣器鸣叫，当发动机不缺水时，连接 555 的 2、6 脚的传感器探头与地之间通过水的电阻与地（搭铁）连接，使 555 的 2、6 脚电平低于 $1/3V_{CC}$ ，555 的 3 脚输出为低电平，蜂鸣器停止鸣叫。（图中以鸣叫为不缺水，不鸣叫为缺水，可将驱动蜂鸣器的三极管由 NPN 型改为 PNP 型使缺水时鸣叫）

6.15 解：由其电路可知，此电路是一个同步时序电路，时钟脉冲下降沿触发。

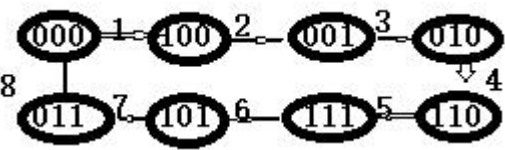
驱动方程为： $J_1 = Q_3^n \quad K_1 = \overline{Q_3^n} \quad J_2 = K_2 = Q_1^n \quad J_3 = \overline{Q_1^n} \quad K_3 = \overline{Q_2^n}$

状态方程为： $Q_1^{n+1} = Q_3^n \quad Q_2^{n+1} = Q_1^n \oplus Q_2^n \quad Q_3^{n+1} = \overline{Q_1^n} * \overline{Q_3^n} + Q_2^n Q_3^n$

状态表如下：

$Q_3^n Q_2^n Q_1^n$	$Q_3^{n+1} Q_2^{n+1} Q_1^{n+1}$
0 0 0	1 0 0
0 0 1	0 1 0
0 1 0	1 1 0
0 1 1	0 0 0
1 0 0	0 0 1
1 0 1	0 1 1
1 1 0	1 1 1
1 1 1	1 0 1

由状态表可得状态图如下：



该电路是一个 8 状态指示器，在时钟脉冲的作用下，状态可从 000 变化到 011，每经过 8 个时钟脉冲作用后，电路状态循环一次。

6.16 略。